Lane Medical Library

Aus dem Schlachthof der Stadt Gießen.
Direktor: Stadtveterinärrat Dr. med. vet. habil. Hugo Keller.

Untersuchungen über den Einfluß der Kurzwellendurchflutung auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration in tierischen Geweben

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinärmedizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität zu Gießen

vorgelegt von

Erwin Heinrich Schlag
approb. Tierarzt
aus Gießen

Gießen 1936
Druckerei Wilh. Herr, Gießen

Genehmigt durch die Veterinärmedizinische Fakultät

am 8. 11. 1935

Referent: Prof. Dr. K. Bürker

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Einleitung 4
B. Die Kurzwellendurchflutung 4
1. Literatur 4
2. Apparatur 5
3. Wesen der Ultra-Kurzwellen 7
C. Die Messung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration 8
1. Literatur 8
2. Apparatur 12
a) Kolorimetrische Bestimmungsmethode 12
b) Elektrometrische Bestimmungsmethode 12
D. Eigene Untersuchungen 13
1. Material 13
2. Methodik 13
a) der Durchflutung 13
b) der Extraktgewinnung 14
c) der kolorimetrischen Messung 14
d) der elektrometrischen Messung 14
I. Untersuchung durchfluteter Gewebsextrakte 15
II. Untersuchung von Extrakten aus erwärmtem Gewebe 17
III. Untersuchung von Extrakten aus durchflutetem Gewebe 20
IV. Untersuchung von Extrakten aus Geweben lebend durchfluteter Tiere . 27
E. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse 30
F. Schlußsätze 32
G. Literaturverzeichnis 34

A. Einleitung.

Schereschewsky (17) und Esau (3) gaben die technischen Voraussetzungen für die Anwendung der Ultra-Frequenzen in der Medizin. Beide haben getrennt voneinander das Kondensatorfeld, in der Anordnung, wie es heute benutzt wird, zuerst angewandt. Der Vater der Ultra-Kurzwellen-Therapie ist Erwin Schliephake (18), der zunächst durch Versuche am eigenen Körper die Wirkung des Kondensatorfeldes erforscht hat. Durch weitere planmäßige Untersuchungen ist die Anwendung elektrischer Höchstfrequenzen heute nach 8 Jahren zu einem wichtigen und sehr beachtlichen Gebiet in der modernen Medizin geworden. Wenn der neuen Therapie auch heute noch verschiedene Kreise ablehnend gegenüberstehen, so geschieht dies meist aus Unkenntnis oder wegen Mißerfolgen, die scheinbar auf unsachgemäße Bedienung der Apparatur oder falsche Einstellung des Kondensatorfeldes auf den Patienten zurückzuführen sind.

Anläßlich eines Vortrages von Herrn Erwin Schliephake (18) am 4. Dezember 1934 vor der „Medizinischen Gesellschaft" in Gießen über die Ultra-Kurzwellen-Therapie und ihre Erfolge, wurde von Herrn Schlachthofdirektor Dr. Keller in der Diskussion die Vermutung ausgesprochen, daß bei der Ultra-Kurzwellen-Durchflutung sehr wahrscheinlich eine Aenderung der Dissoziation in dem durchfluteten Gewebe entsteht, und daß sehr wahrscheinlich eine Aenderung der pH-Konzentration des Gewebes nach der sauren Seite eintritt. Zwecks Klärung dieser Fragen wurde mir die Aufgabe gestellt, unter verschiedenen Versuchsbedingungen (verschiedener Wellenlänge und verschiedener Dauer der Einwirkung) tierisches Gewebe zu durchfluten, und die Einwirkung der Ultra-Frequenzen auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration im Gewebe festzustellen.

B. Die Kurzwellen-Durchflutung.

1. Literatur.

Schliephake (18) erwähnt in seinem Buche „Kurzwellen-Therapie — Die medizinische Anwendung elektrischer Höchstfrequenzen —", noch nichts über eine Aenderung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration im durchfluteten Gewebe. Es liegen hierzu nur einige Angaben von Pflomm (14) vor, der fest-

Lebenslauf.

Als Sohn des Försters Ludwig Schlag wurde ich, Erwin Heinrich Schlag, am 15. März 1911 in Hausen, Kreis Gießen geboren. Ich besuchte 4 Jahre die Volksschule in Kölzenhain, Kreis Schotten, 5 Jahre die Realschule in Schotten, $1\,^1/_2$ Jahre die Oberrealschule in Gießen und $2\,^1/_2$ Jahre die Oberrealschule in Grünberg (Hessen). An letzterer legte ich im Februar 1930 die Reifeprüfung ab und widmete mich sodann dem Studium der Veterinärmedizin in Gießen und München. Im Februar 1935 bestand ich in Gießen das vet.-med. Staatsexamen und bin zurzeit Assistent im Vet.-anatom. Institut in Gießen.

15. Postma. Ervaringen by de bepaling van de waterstof-ionen-concentratic in vleeschextracten. Tydschr. v. Diergeneeskunde. Bd. 59, S. 1278, 1932.

16. Postma. pH-Bestimmung in Fleischsäften. Fleisch- und Milchhyg. S. 182 und S. 206, 1934.

17. Schereschewsky. Heating effect of very high frequency condenser fields on organic fluids and tissues. Public. health reports 48, S. 844, 1933.

18. Schliephake. Die medizinische Anwendung elektr. Höchstfrequenzen. Kurzwellentherapie 2. Auflage, 1935.

19. Schmidt-Hoensdorf. Mastitisstreptokokken und Kurzwellenbestrahlung. D. T. W. Nr. 5, S. 69, 1933.

20. Schoon. Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration und ihr Wert für die Beurteilung von kranken Tieren. J. D. Brünn 1931. Ref. in Fleisch- und Milchhyg. S. 169, 1932.

21. Walbum. Die Bedeutung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration, Temperatur und Dauer des Bakterienwachstums für die Toxinbildung. Handbuch der pathogen. Mikroorganismen, 3. Aufl., Bd. II, 1 v. W. Kolle, R. Kraus und P. Uhlenhuth, S. 513, 516, 518, 535, 536.

Literaturverzeichnis.

1. Andrjewski. Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Zeitschr. f. Inf.-Krankh. der Haustiere. Bd. 32, S. 89, 1928.

2. Claußen. Untersuchungen über die Wasserstoff-Ionen-Konzentration in Leber und Niere. Zeitschr. f. Inf.-Krankh. der Haustiere. Bd. 43, S. 126 — 147, 1933.

3. Esau. Versuche mit kurzen elektrischen Wellen. Elektrotechn. Zeitschr. 47, S. 321, 1926.

4. Fooy. Tijdschr. v. Diergeneesk. 58, S. 190, 1931.
Bestimmung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration als Mittel zur Beurteilung des Fleisches. Ref. i. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. S. 377, 1931.

5. Fooy. Hat die Wasserstoff-Ionen-Konzentration Einfluß auf den Keimgehalt des Fleisches? Tijdschr. v. Diergeneesk. Bd. 59, S. 719, 1932.

6. Gebbert. Über die Abhängigkeit der Oberflächen- und Tiefenwirkung der Ultra-Kurzwellenströme von Elektrodenart und Elektrodenabstand.

7. Gollnow. Vereinfachte Methoden zur Messung des pH-Wertes von Nahrungsmitteln. D. T. W., S. 495, 1933.

8. Grüttner. Über die Fäulnis beim Frischfleisch. Deutsche Schlachthofzeitung F. 24, S. 387, 1931 und F. 1, S. 1, 1932.

9. Gut. Dissertation Brünn 1926.

10. Hof. Die Tenazität des Maul- und Klauenseuchenvirus in der Skelettmuskulatur von Meerschweinchen unter Berücksichtigung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. S. 169, 1935. (Zusammenfassung).

11. Hökl. Über die Wasserstoff-Ionen-Konzentration im Hinblick auf ihren Wert bei der praktischen Fleischbeurteilung. Deutsche Schlachthofzeitung. S. 269 - 271, 1932.

12. van Oyen. Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration pH, des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe für die Beurteilung des Fleisches. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1933.

13. Pätzold. Die Erwärmung der Elektrolyte im Hochfrequenten Kondensatorfeld und ihre Bedeutung für die Medizin. Jahrb. d. drahtlosen Telegr. und Telefon, Zeitschr. f. Hochfrequenz 36, S. 85, 1930.

14. Pflomm. Experim. u. klin. Unters. über die Wirkung ultrakurzer elektr. Wellen auf die Entzündung. Arch. klin. chir. 166, S. 251, 1931.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Stadtveterinärrat Dr. med. vet. habil. H. Keller für die Ueberlassung der Arbeit und die mir jederzeit gewährte Unterstützung in Rat und Tat zu danken. Weiterhin danke ich Herrn Privatdozent Dr. med. Erwin Schliephake, sowie seinen Assistentinnen für die freundliche Hilfeleistung bei den Durchflutungen meines Versuchsmaterials.

F. Schlußsätze.

1. Mit elektrischen Höchstfrequenzen durchflutete Fleischextrakte säuern stärker als nicht durchflutete Kontrollextrakte.
2. Mit Ultra-Kurzwellen durchflutetes tierisches Gewebe (Muskel, Leber, Lunge, Niere, Milz) säuert schneller und tiefer als gleichartiges nicht durchflutetes Gewebe.
3. Muskulatur lebend durchfluteter Tiere (Kaninchen) erfährt in den durchfluteten Körperteilen eine stärkere und tiefere Säuerung.
4. Die elektrischen Höchstfrequenzen greifen das Glykogen-Molekül an. Ohne Glykogen keine Säuerung, ohne Glykogen keine Wirkung der Kurzwellendurchflutung auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration.
   Muskulatur eines kachektischen Tieres (Versuch 12) erfährt weder die normale Fleischsäuerung, noch eine Erniedrigung der pH-Werte in durchflutetem Gewebe.
5. Die Säuerung ist weiterhin von der Dauer der Durchflutung und der verwendeten Wellenlänge abhängig.
   Je länger das Gewebe durchflutet wird, umso tiefer ist die Säuerung.
   Bei Verwendung der Wellenlängen 3,6 / 6 u. 12 bewirkt die kürzeste Wellenlänge die stärkste Säuerung.
6. Die in vorliegender Arbeit angestellten Versuche beweisen, daß die Durchflutung mit Ultra-Kurzwellen eine Säuerung in dem durchfluteten Gewebsbezirk bewirkt. Die therapeutische Wirkung scheint neben anderen Faktoren mit auf die Steigerung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration zurückzuführen sein.

stoff-Ionen-Konzentration im lebenden Organismus ein reger Austausch der Gewebsflüssigkeiten und somit auch eine stärkere Blutzirkulation bedingt. Letztere hat wieder eine stärkere Erwärmung des durchfluteten Körperteiles im Gefolge. Durch die hervorgerufene Säuerung des durchfluteten Gewebes tritt bereits schon eine Verschlechterung der Lebensbedingungen für die Bakterien in infiziertem Gewebe ein. Als weiteres therapeutisches Moment kommt die spezifisch elektrische Wirkung der Ultrafrequenzen auf die Bakterien hinzu (siehe Schliephake (19), Schmidt-Hoensdorf (18) u. a.). Auf das Zusammenwirken aller dieser Momente mögen die großen therapeutischen Erfolge der Ultra-Kurzwellen-Therapie zurückzuführen sein. Die Dauer der Durchflutung und die Wellenlänge haben ebenfalls eine große Bedeutung für die Veränderungen im durchfluteten Gewebe und somit auch auf die therapeutischen Erfolge.

Je länger das Gewebe durchflutet wird, umso tiefer ist die Säuerung (siehe Tabelle 9 und 10).

Die kürzere Wellenlänge hat den größeren Einfluß auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration im Gewebe (siehe Versuch 18 und 19), **d. h. je kürzer die Wellenlänge ist, umso eingehender ist die Säuerung.**

Von großer Bedeutung ist der Versuch 12. Es handelt sich hier um ein stark abgemagertes, kachektisches Tier, dessen Muskulatur nur noch ein Minimum von Glykogen enthält. Infolgedessen kann in der Muskulatur dieses Tieres keine normale Säuerung beobachtet werden. Auch die durchfluteten Muskelstücke dieses Tieres säuern nur ganz minimal (von pH 6,9 bis pH 6,8). Es kann daraus gefolgert werden, daß bei der Behandlung der Muskulatur mit elektrischen Höchstfrequenzen das Glykogen-Molekül ganz besonders stark in Mitleidenschaft gezogen wird, wodurch die tiefere Säuerung in normalem glykogenreichem Muskelgewebe bedingt ist.

Bekanntlich sterben weiße Mäuse und Ratten schon nach kurzer Zeit der Einwirkung von elektrischen Höchstfrequenzen. Dieser schnelle Tod scheint auf spezifisch-elektrische Wirkungen zurückzuführen sein, da, wie Versuch 20 zeigt, keine vermehrte Säuerung gegenüber dem Kontrolltier festzustellen ist. Durch die Versuche 21 und 22 wird erwiesen, daß auch bei lebend durchfluteten Tieren, die sofort nach der Durchflutung getötet werden, eine tiefere Säuerung in den mit Höchstfrequenzen behandelten Geweben entsteht. Man kann sich vorstellen, daß die therapeutische Wirkung durch öftere Wiederholung der Durchflutungen wesentlich verstärkt wird.

Der durchflutete Schenkel weist durchweg eine stärkere Säuerung auf, außer der ersten Untersuchung. Hier ist der höhere pH-Wert wahrscheinlich auf die Ermüdung des Schenkels durch das Hochhalten bei der Durchflutung zurückzuführen.

E. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Bei der Ultra-Kurzwellen-Durchflutung spielen sich sowohl in Gewebsextrakten, wie auch in Geweben geschlachteter Tiere und in Geweben lebend durchfluteter Tiere, Vorgänge ab, die eine wesentliche Aenderung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration hervorrufen. Bei der Untersuchung durchfluteter Gewebsextrakte kann festgestellt werden, daß diese gegenüber nicht durchfluteten Extrakten eine tiefere und stärkere Säuerung eingehen. Im allgemeinen vollzieht sich in Extrakten, wenn sie zur Untersuchung aufbewahrt werden, die Säuerung, nicht mit derselben Intensität als in dem Gewebe, aus dem sie hergestellt sind. Trotzdem ist aus den Versuchen 1, 2 und 3 zu erkennen, daß die durchfluteten Extrakte eine tiefere Säuerung eingehen, als die nicht durchfluteten.

Um den Einfluß der Erwärmung, die bekanntlich bei der Kurzwellen-Durchflutung im Gewebe entsteht, auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration genauer zu untersuchen, werden die Versuche 4 bis 8 angestellt. Aus diesen geht hervor, daß die Erwärmung auf 22° C, wie sie bei den angestellten Gewebsdurchflutungen erreicht wird, keinen Einfluß auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration hat. Eine stärkere Erwärmung bis auf 35° C ruft jedoch eine anfangs tiefere Säuerung hervor, die aber nicht wie bei den Durchflutungen (siehe Tabelle 9 bis 22) durch den ganzen Versuch zu verfolgen ist, sondern schon nach 2 bis 3 × 24 Stunden mit den pH-Werten der Kontrollen übereinstimmt. Im übrigen ist zu betonen, daß bei Wellenlängen 6 und 12 höchstens ein Temperaturanstieg um 4° C bei unseren Versuchen gemessen wird. Bei der kleinsten benutzten Wellenlänge von 3,6 Meter wird der geringste Temperaturanstieg von 1,2° C beobachtet. (Siehe Versuch 19.)

Aus den Versuchen 9 bis 18 geht hervor, daß bei der Kurzwellen-Durchflutung von tierischem Gewebe Veränderungen in demselben vor sich gehen, welche den normalen Säuerungsvorgang begünstigen. Durchflutetes Gewebe erleidet, wie aus den Tabellen 9 bis 18 ersichtlich ist, stets eine tiefere und schnellere Säuerung als das nicht durchflutete. Es muß daher angenommen werden, daß die elektrischen Höchstfrequenzen direkt am Glykogen-Molekül angreifen und dieses in irgend einer Weise beeinflussen. Sicherlich ist durch die Veränderung der Wasser-

Tabelle 21.

Dauer der Durchflutung	Sof. n. Schl.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Undurchfl. Schenkel (14)	6,4	6,2	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2
L. Hinterschenkel 3 x 12′ durchfl.	6,4	6,0	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2
R. Hinterschenkel 3 x 12′ durchfl.	6,4	6,0	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2

Der undurchflutete Schenkel säuert nicht so schnell und nicht so stark, als die beiden Hinterschenkel des durchfluteten Schwestertieres. Die Säuerung = Bildung von Fleischmilchsäure aus Glykogen, tritt schneller und intensiver bei den mehrfach durchfluteten Kaninchenschenkeln, weniger bei dem einmal durchfluteten Schenkel in Versuch 14 und noch weniger bei dem undurchfluteten Schenkel in Versuch 14, ein.

22. Versuch.

Material:

Ein ca. 6 Monate altes, gut genährtes, ausgeruhtes Kaninchen wird zum Versuch benutzt.

Versuchsanordnung:

Das Tier wird auf den Rücken gelegt und der rechte Hinterschenkel hoch gehalten. Die Elektroden werden auf beiden Seiten des Schenkels fixiert und der Sender eingeschaltet. Dauer der Durchflutung 12 Minuten, Wellenlänge 12 Meter. Die Randstrahlen werden mit Hilfe einer gewöhnlichen Glühbirne festgestellt und auch noch im Bereiche des oberen Teiles des linken Hinterschenkels vorgefunden, sodaß dieser nicht als vollständig undurchflutet zu betrachten ist. Zu erwähnen ist noch, daß das Tier während der Durchflutung öfters versucht, den rechten Hinterschenkel anzuziehen und dadurch eine leichte Ermüdung desselben nicht ausgeschlossen ist. Das Tier wird sofort nach der Durchflutung getötet und abgehäutet. Die beiden Hinterschenkel werden täglich bis zum achten Tage nach der Tötung auf ihren pH-Wert untersucht. Die Aufbewahrung geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Die pH-Messungen werden nach der kolorimetrischen und nach der elektrometrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 22.

Dauer der Durchflutung	8 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	
				K.	E.
Undurchflutetes Fleisch	6,4	6,4	6,1	6,0	6,05
15′ durchflutetes Fleisch	6,5	6,3	6,0	6,0	6,00

(Fortsetzung)

Dauer der Durchfl.	4 x 24 Std.		5 x 24 Std.		6 x 24 Std.		7 x 24 Std.		8 x 24 Std.
	K.	E.	K.	E.	K.	E.	K.	E.	K.
Undurchfl. Fleisch	6,1	6,09	6,1	6,08	6,15	6,18	6,2	6,18	6,2
15′ durchfl. Fleisch	5,9	5,91	6,0	6,04	6,1	6,09	6,2	6,15	6,3

Versuchsanordnung:

In einem Glasbehälter werden die beiden Mäuse in das Kondensatorfeld gebracht. Die Wellenlänge beträgt 6 Meter. Die Tiere werden zunächst sehr unruhig und suchen aus dem Kondensatorfeld herauszukommen. Es treten leichte Blutungen aus Nasen- und Mundhöhle auf. Dann fallen die Tiere wie ermattet zur Seite, um bald darauf zu verenden. Die erste Maus stirbt nach 2 Minuten, die zweite Maus nach $2^1/_2$ Minuten. Beide Tiere werden sofort entblutet, wobei auffält, daß wenig Blut ausfließt, im Gegensatz zu der dritten Maus, die gleich darauf getötet wird und gut ausblutet. Die Mäuse werden alsdann enthäutet, die Eingeweide entfernt, ebenso der Kopf und die unteren Teile der Extremitäten, sodaß von jedem Tier noch $2^1/_2$ gr Muskulatur und Knochen übrig bleiben, welche fein zerhackt und kalt extrahiert werden. Nachdem die Auszüge filtriert worden sind, werden mit Hilfe der Methode von Michaelis-Walpole die pH-Werte festgestellt.

Versuchsergebnis:

Die festgestellten pH-Werte betragen bei allen drei Extrakten 5,6.

Die Vermutung, daß die Tiere bei der Kurzwellen-Durchflutung infolge einer Übersäuerung im ganzen Körper sterben, ist somit nicht berechtigt. Es müssen vielmehr andere spezifisch elektrische Ursachen sein, die den schnellen Tod der Tiere herbeiführen.

21. Versuch:

Material:

Ein Kaninchen (Schwestertier des Kaninchens aus Versuch 14) wird zum Versuch benutzt.

Versuchsanordnung:

Zur Kontrolle wird der nicht durchflutete Schenkel aus Versuch 14 herangezogen. Das Versuchstier wird an 3 aufeinander folgenden Tagen durchflutet. Die Dauer der Durchflutung beträgt jeweils 12 Minuten. Wellenlänge 12 Meter. Nach der letzten Durchflutung wird das Tier sofort getötet und abgehäutet. Die beiden Hinterschenkel werden täglich bis zum sechsten Tage nach der Tötung auf ihren pH-Wert untersucht. Die Aufbewahrung geschieht im Vorkühlraum bei + 3 ° C. Kolorimetrische Methode.

Zu bemerken ist noch, daß das Tier kurz nach Beginn der Durchflutung unruhig wird und dauernd versucht, die durchflutete hintere Körperpartie aus dem Kondensatorfeld zu entfernen. In der Tabelle 21 werden die Ergebnisse des nicht durchfluteten Schenkels aus Versuch 14 mit angeführt. Da es sich um ein Schwestertier und um dieselbe Muskelgruppe handelt, dürfte hieraus keine Fehlerquelle abzuleiten sein.

Der Versuch 18 zeigt, daß der bei der Durchflutung angewandten Wellenlänge bei gleicher Durchflutungsdauer eine große Bedeutung für die Veränderung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration beizumessen ist. Die Wellenlänge 6 hat einen stärkeren Einfluß auf die Säuerung als die Wellenlänge 12.

19. Versuch.

Material:

Von einem ca. $^3/_4$ Jahre alten gut genährten Schwein mit Tuberkulose der sämtlichen Halslymphknoten, der Lunge, der Leber und des Magens wird die Leber zum Versuch herangezogen.

Versuchsanordnung:

Die Leber wird in 3 Teile geteilt. Der erste Teil dient als Kontrolle. Der zweite Teil wird 15 Minuten lang mit Wellenlänge 3,6 durchflutet. Der dritte Teil wird 15 Minuten lang mit Wellenlänge 12 durchflutet. Die Aufbewahrung der Leberstücke geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich pH-Messungen mit Hilfe der elektrometrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 19.

Dauer u. Wellenlänge d. Durchfl.	Sof. n. Schl.	5 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.
Undurchflutete Leber	6,4	6,32	6,25	6,12
15′ 12 m durchflutete Leber	—	6,25	6,17	6,00
15′ 3,6 m durchflutete Leber	—	6,11	6,07	5,85

Der Versuch 19 beweist deutlich, daß die Durchflutung mit Wellenlänge 3,6 eine stärkere Säuerung als diejenige mit Wellenlänge 12 bewirkt. Bei der Durchflutung mit Wellenlänge 3,6 wird ein Temperaturanstieg von 17,5° bis 18,7° C gemessen. Es ist dies ebenfalls ein Beweis dafür, daß die bei der Durchflutung eintretende Gewebserwärmung keinen entscheidenden Einfluß auf die Intensität der Säuerung hat, denn bei einer Durchflutung mit einer Wellenlänge von 12 Meter tritt eine stärkere Erwärmung (siehe Versuch 18), dagegen eine schwächere Säuerung ein.

IV. Untersuchung von Extrakten aus Geweben lebend durchfluteter Tiere.

20. Versuch:

Material:

Von 3 weißen Mäusen gleichen Alters und gleichen Gewichtes werden 2 einer Kurzwellendurchflutung ausgesetzt. Die dritte Maus dient als Kontrolle.

Der Versuch 16 zeigt, daß auch in der Leber infolge der Durchflutung eine schnellere und tiefere Säuerung verursacht wird. Die Unterschiede betragen 0,11 bis 0,21. Die beiden Teile zeigen am sechsten Tage nach der Schlachtung Erscheinungen, die auf den Beginn der Fäulnis schließen lassen.

17. Versuch.

Material:

Von einem ca. 4 Wochen alten Kalb, gut genährt, ohne pathologischen Befund, wird die Lunge zum Versuch entnommen.

Versuchsanordnung:

Der rechte Lungenflügel wird 12 Minuten lang durchflutet. Wellenlänge 6 Meter. Der linke Lungenflügel dient als Kontrolle. Beide werden im Vorkühlraum bei + 3° C aufbewahrt und täglich Messungen des Säuregrades mit Hilfe der kolorimetrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 17.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	3 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Undurchfl. Lunge	7,0	6,9	6,7	6,6	6,6	6,5	6,4	6,4
12′ durchfl. Lunge	—	6,6	6,5	6,4	6,4	6,3	6,2	6,2

Der Versuch 17 zeigt besonders deutlich, daß auch in der Lunge infolge der Kurzwellendurchflutung eine schnellere und tiefere Säuerung eintritt.

18. Versuch.

Material:

Von einem Schwein, ca. $^1/_2$ Jahr alt, gut genährt, mit Tuberkulose der Lunge, der Leber, des Magens und des Darmes behaftet, wird die Leber zum Versuch entnommen. In dem Organ sind nur 3 linsengroße käsige Herde, die ausgeschnitten werden.

Versuchsanordnung:

Die Leber wird in 3 Teile geteilt. Ein Teil dient als Kontrolle; der zweite Teil wird 15 Minuten lang mit Wellenlänge = 6 Meter durchflutet; der dritte Teil wird 15 Minuten lang mit Wellenlänge = 12 Meter durchflutet. Die Aufbewahrung der Leberstücke geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich (außer nach 3 × 24 Stunden) pH-Messungen mit Hilfe der elektrometrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 18.

Dauer u. Wellenlänge der Durchflutung	Sof. n. Schl,	7 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 25 Std.
Undurchflutete Leber	6,5	6,39	6,23	6,20	6,09	6,09	6,03
15′ 12 m durchfl. Leber	—	6,24	6,17	6,12	6,01	6,00	5,91
15′ 6 m durchfl. Leber	—	6,17	6,04	6,02	5,87	5,86	5,86

Versuchsanordnung:

Die eine Hälfte der Milz wird 12 Minuten lang durchflutet. Wellenlänge 12 Meter. Die zweite Hälfte dient als Kontrolle. Beide Teile werden im Vorkühlraum bei — 3° C aufbewahrt und täglich Untersuchungen auf ihren pH-Wert angestellt. Da die täglich frisch hergestellten kalten Auszüge der Milz für die kolorimetrische Messung zu undurchsichtig sind, wird die pH-Bestimmung mit Hilfe der elektrometrischen Methode ausgeführt.

Tabelle 15.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	3 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Undurchflutete Milz	6,8	6,79	6,70	6,63	6,34	6,31	6,30	6,30
12′ durchfl. Milz	—	6,72	6,50	6,51	6,20	6,19	6,11	6,09

Aus der Tabelle 15 geht hervor, daß auch in der Milz bei der Durchflutung gewisse Veränderungen vor sich gehen, die eine schnellere und stärkere Säuerung verursachen. Die Unterschiede der pH-Werte betragen hier 0,08 bis 0,21. Die Bestimmung des pH-Wertes mit Hilfe der elektrometrischen Methode verlangt eine genaue Herstellung der Phosphatlösung und genaue Einstellung der Apparatur. Das Material ist durch die Aufbewahrung im Vorkühlraum bei + 3° C am sechsten Tage nach der Schlachtung noch vollkommen frisch und zeigt noch keine Fäulniserscheinungen.

16. Versuch.

Material:

Von einem ca. 8 Monate alten Schwein, gut genährt, mit Tuberkulose der Lunge, Leber und des Darmes behaftet, wird die Leber, die wenige linsengroße Herde aufweist, zum Versuch benutzt.

Versuchsanordnung:

Der eine Leberlappen besitzt keine Herde und wird zur Durchflutung herangezogen. Die übrige Leber wird als Kontrolle nicht durchflutet. Die Dauer der Durchflutung beträgt 12 Min. Wellenlänge 6 Meter. Die Aufbewahrung geschieht in dem Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich bis zum sechsten Tage nach der Schlachtung pH-Messungen mit Hilfe der elektrometrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 16.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	2 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Undurchfl. Leber	6,55	6,51	6,48	6,45	6,39	6,32	6,21	6,12
12′ durchfl. Leber	—	6,32	6,30	6,28	6,20	6,11	6,08	6,01

pH-Messungen werden sowohl mit der kolorimetrischen als auch mit der elektrometrischen Methode vorgenommen und dabei nur Abweichungen bis höchstens 0,08 gefunden.

Tabelle 13.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	5 Std.		24 Std.		2 x 24 Std.		3 x 24 Std.	
		K.	E.	K.	E.	K.	E.	K.	E.
Undurchfl. Schenkel	6,3	6,2	6,17	6,0	5,96	6,0	5,95	5,9	5,88
15′ durchfl. Schenkel	—	6,0	5.96	5,9	5,87	5,9	5,86	5,8	5,86

(Fortsetzung)

Dauer d. Durchfl.	4 x 24 Std.		5 x 24 Std.		6 x 24 Std.		7 x 24 Std.		8 x 24 Std.
	K.	E.	K.	E.	K.	E.	K.	E.	K.
Undurchfl. Schenkel	5,8	5,84	6,2	6,19	6,2	6,19	6,2	6,20	6,2
15′ durchfl. Schenkel	5,9	5,88	5,9	5,91	6,0	5,92	6,1	6,05	6,2

14. Versuch.

Material:

Von einem ca. 3 Monate alten, gut genährten, ausgeruhten Kaninchen werden sofort nach der Tötung und Abhäutung beide Hinterschenkel zum Versuch entnommen.

Versuchsanordnung:

Der rechte Hinterschenkel dient als Kontrolle. Der linke Hinterschenkel wird 12 Minuten lang durchflutet. Wellenlänge 12 Meter. Die Aufbewahrung geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich bis zum sechsten Tag nach der Tötung pH-Messungen mit Hilfe der kolorimetrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 14.

Dauer d. Durchflutung	Sof. n. Schl.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Undurchfluteter Schenkel	6,4	6,2	6,1	6,1	6,1	6,2	6,3
12′ durchfl. Schenkel	6,3	6,1	6,0	6,1	6,2	6,2	6,3

Der durchflutete Schenkel ist noch bis nach 2 × 24 Stunden saurer als der undurchflutete. Die Unterschiede betragen 0,1. Der Versuch zeigt, daß die Durchflutung ein stärkeres Absinken der pH-Werte bedingt, anhaltend bis 2 × 24 Stunden nach der stattgehabten Durchflutung.

15. Versuch.

Material:

Von einem 4 Wochen alten, gut genährten Kalb ohne pathologischen Befund wird die Milz entnommen und in der Mitte durchschnitten.

erwärmt sich während der Durchflutung von 18° auf 22° C = 4° C. Aufbewahrung des Fleisches im Vorkühlraum bei — 3° C. Es werden täglich bis zum sechsten Tag nach der Schlachtung pH-Messungen vorgenommen. Kolorimetrische Methode.

Tabelle 12.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Sch.	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Undurchfl. Fleisch	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	7,0	7,0	7,0
5′ durchfl. Fleisch	—	6,9	6,8	6,8	6,8	7,0	7,0	7,0
15′ durchfl. Fleisch	—	6,9	6,8	6,8	6,8	6,9	7,0	7,0

Das Fleisch nimmt schon nach zweimal 24 Stunden Veränderungen in Farbe und Geruch an. In keinem der Stücke ist eine normale Säuerung eingetreten. Wesentliche Unterschiede im pH-Wert von durchflutetem und nicht durchflutetem Fleisch sind nicht feststellbar, wie das bei normalem, glykogenreichem Fleisch der Fall ist. Aus dem Versuchsergebnis läßt sich schließen, daß bei dem stark abgemagerten, kachektischen Tier nur noch ein Minimum von Glykogen vorhanden ist, sodaß eine normale Bildung von Muskelmilchsäure nicht stattfinden kann, und die Kurzwellen-Durchflutung ebenfalls keinen oder nur geringen Einfluß auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration im Fleisch hat. Der Versuch zeigt, im Vergleich zu anderen Versuchen, daß die Wirkung der Durchflutung in bezug auf ein Ansteigen der Wasserstoff-Ionen-Konzentration im Muskel von dem vorhandenen Glykogen abhängig zu sein scheint.

13. Versuch.

Material:

Von einem ca. $^1/_2$ Jahre alten, gut genährten und ausgeruhten Kaninchen werden sofort nach der Schlachtung und Abhäutung des Tieres die beiden Hinterschenkel zum Versuch entnommen.

Versuchsanordnung:

Der rechte Hinterschenkel dient als Kontrolle. Der linke Hinterschenkel wird 15 Minuten lang durchflutet. Wellenlänge 12 Meter. Die Aufbewahrung geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich bis zum achten Tage nach der Schlachtung pH-Messungen vorgenommen. Elektrometrische und kolorimetrische Methode werden angewandt (siehe Tabelle 13, Seite 24).

Die Säuerung in dem durchfluteten Schenkel ist stärker als im nicht durchfluteten. Der pH-Wert im durchfluteten Schenkel ist stets um ca. 0,1 niedriger als in dem Kontrollschenkel. Die

Nach drei und fünf mal 24 Stunden wurde festgestellt, daß ein Extrakt, obwohl dunkler rot gefärbt, einen niedrigeren pH-Wert hat, als ein hellerer Extrakt, daß also der Muskelfarbstoff an sich keinen höheren pH-Wert bedingt, wie Postma (15) annimmt. Nach zehn mal 24 Stunden zeigt das Fleisch Veränderungen im Aussehen und Geruch, die auf den Beginn der Fäulnis schließen lassen. Der Versuch zeigt, daß das länger durchflutete Fleisch einer schnelleren und tieferen Säuerung unterliegt als das 5 Minuten durchflutete Fleisch. Das undurchflutete Fleisch säuert weniger tief und zeigt auch am ersten und stärksten die Veränderungen der eintretenden Fäulnis.

11. Versuch.

Material:

Von einem gut genährten Kalb, ca. 4 Wochen alt, gesund, werden beide Nieren entnommen.

Versuchsanordnung:

Die eine Niere wird 15 Minuten lang einer Kurzwellendurchflutung unterzogen. Wellenlänge 6 Meter. Die zweite Niere dient als Kontrolle. Die Aufbewahrung der Nieren geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich bis zum achten Tage nach der Schlachtung pH-Messungen mit der elektrometrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 11.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.	7 x 24 Std.	8 x 24 Std.
Nicht durchfl. Niere	6,61	6,48	6,45	6,44	6,42	6,42	6,42	6,48	6,66
15′ durchfl. Niere	—	6,41	6,39	6,38	6,35	6,36	6,36	6,40	6,60

Die durchflutete Niere säuert schneller und stärker als die undurchflutete Niere. Die pH-Werte nehmen schneller zu als im Muskelgewebe. Claussen (2): „Eine merkliche Säuerung soll nicht eintreten."

12. Versuch.

Material:

Von dem Muskulus brachiocephalicus einer ca. 7 Jahre alten, stark abgemagerten Kuh mit Tuberkulose der Lunge, der Leber und des Darmes werden 3 gleich große, ungefähr 250 gr schwere Stücke entnommen.

Versuchsanordnung:

Ein Materialstück dient als Kontrolle und wird nicht durchflutet. Das zweite Stück wird 5 Minuten, das dritte Stück 15 Minuten lang durchflutet. Wellenlänge 6 Meter. Das Fleisch

Versuchsanordnung:

Das Muskelstück wird in drei gleiche Teile zerlegt. Der erste Teil wird als Kontrolle nicht durchflutet. Der zweite Teil wird 3 Minuten, der dritte Teil 6 Minuten lang durchflutet. Die Wellenlänge beträgt 6 Meter. Die 3 Muskelstücke werden bei einer Temperatur von + 16° C aufbewahrt und täglich bis zum zweiten Tage nach der Schlachtung auf ihren Säuregrad untersucht. Die pH-Messungen werden mit Hilfe der kolorimetrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 9.

Dauer der Durchflutung	Sof. n. Schlachtg.	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.
Undurchflutetes Fleisch	7,0	6,8	6,3	6,2
3 Minuten durchflutetes Fleisch	—	6,8	6,2	6,1
6 Minuten durchflutetes Fleisch	—	6,8	6,2	5,8

Aus Tabelle 9 geht hervor, daß das Absinken der Wasserstoff-Ionen-Konzentration in einem gewissen Verhältnis zur stattgehabten Durchflutung steht. Die tiefsten pH-Werte werden bei dem Muskelstück erreicht, welches am längsten durchflutet ist.

10. Versuch.

Material:

Von dem Muskulus brachiocephalicus einer ca. 8 Jahre alten, mäßig genährten Kuh, mit Tuberkulose der Lunge und Leber, werden 3 gleich große, ungefähr 250 gr schwere Stücke entnommen.

Versuchsanordnung:

Ein Materialstück wird 5 Minuten, das zweite 15 Minuten lang durchflutet. Das dritte Stück dient als Kontrolle. Wellenlänge 6 Meter. Aufbewahrung des Fleisches im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich bis zum dreizehnten Tag nach der Schlachtung pH-Untersuchungen mit Hilfe der kolorimetrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 10.

Dauer d. Durchflutung	Sof. n. Schl.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Undurchflutetes Fleisch	7,0	6,5	6,4	6,3	6,2	6,2	6,3
5′ durchflutetes Fleisch	—	6,4	6,4	6,2	6,1	6,1	6,2
15′ durchflutetes Fleisch	—	6,4	6,3	6,0	6,0	6,1	6,1

(Fortsetzung)

Dauer d. Durchflutung	7 x 24 Std.	8 x 24 Std.	9 x 24 Std.	10 x 24 Std.	11 x 24 Std.	12 x 24 Std.	13 x 24 Std.
Undurchflutetes Fleisch	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,6	6,8
5′ durchflutetes Fleisch	6,3	6,3	6,3	6,4	6,5	6,5	6,8
15′ durchflutetes Fleisch	6,2	6,2	6,2	6,4	6,4	6,5	6,6

Lungentuberkulose behaftet, werden 2 gleich große, ungefähr 250 gr schwere Stücke entnommen.

Versuchsanordnung:

Ein Muskelstück dient als Kontrolle. Das zweite Stück wird 15 Minuten lang auf 22° C erwärmt. Die Temperatur beträgt vor der Erwärmung 18,5° C. Das Fleisch wird im Vorkühlraum bei + 3° C aufbewahrt und täglich bis zum sechsten Tag nach der Schlachtung auf seinen Säuregrad untersucht. Kolorimetrische pH-Messung.

Tabelle 8.

Dauer d. Erwärmung	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.
Nicht erw. Fleisch	6,6	6,4	6,1	6,0	6,2	6,2	6,3
15′ auf 22° C erw. Fl.	6,6	6,4	6,1	6,0	6,2	6,2	6,3

Der Versuch 8 zeigt, daß die Wasserstoff-Ionen-Konzentration durch Erwärmen des Fleisches 15 Minuten lang auf 22° C keine Veränderung gegenüber dem nicht erwärmten Fleisch erleidet. Es tritt hier kein Verbrauch von Stoffen ein, die für die Säuerung erforderlich sind. Somit hat auch die Erwärmung keinen Einfluß auf die nachfolgende pH-Bestimmung.

Durch die vorstehenden Versuche sollte der Einfluß der Erwärmung auf die Wasserstoff-Ionen-Konzentration festgestellt werden. Es war dies wichtig, da bekanntlich bei Durchflutungen mit elektrischen Höchstfrequenzen eine Erwärmung der durchfluteten Körpergebiete beobachtet worden ist und somit eine eventl. Aenderung der pH-Werte im durchfluteten Gewebe nicht auf die spezifische elektrische Wirkung, sondern auf die Erwärmung zurückgeführt werden könnte.

Bei den später vorgenommenen Durchflutungen mit Wellenlänge 6 und 12 Meter wurde eine durchschnittliche Gewebserwärmung um 4° C festgestellt, während bei der Durchflutung mit Wellenlänge 3,6 Meter die geringste Erwärmung um höchstens 1,2° C beobachtet wurde. Die bei den Erwärmungen erreichten Temperaturen von 22° C stimmen mit den Erwärmungen, die bei der Durchflutung hervorgerufen werden höchstens überein, niemals wurden sie bei der Durchflutung überschritten und bei der Durchflutung mit Wellenlänge 3,6 (Versuch 19) noch nicht einmal erreicht.

III. Untersuchung von Extrakten aus durchflutetem Gewebe.

9. Versuch.

Material:

Von einer Kuh, ca. 6 Jahre alt, gut genährt, mit Tuberkulose der Lunge behaftet, wird ein Stück Halsmuskulatur (Brachiocephalicus) ca. 750 gr schwer entnommen.

einer ca. 8 Jahre alten, stark abgemagerten, vom Transport ausgeruhten Kuh, mit Tuberkulose der Lunge, des Brustfells, der Leber und des Darmes entnommen.

Versuchsanordnung:

Vom Brachiocephalicus wird ein Stück als Kontrolle nicht erwärmt. Das zweite Stück wird 15 Minuten lang auf 22° C erwärmt und im Vorkühlraum bei + 3° C aufbewahrt. Das dritte Stück wird ebenfalls 15 Minuten lang auf 22° C erwärmt und im Kühlraum bei — 1° C aufbewahrt.

Vom Radialis dorsalis wird ein Stück als Kontrolle nicht erwärmt, das zweite Stück 15 Minuten lang auf 22° C erwärmt und beide Teile im Vorkühlraum bei + 3° C aufbewahrt. Die Ausgangstemperatur beträgt in beiden Muskeln vor dem Erwärmen 19° C. Es werden von allen Stücken täglich bis zum vierten Tag pH-Messungen nach der kolorimetrischen Methode vorgenommen.

Tabelle 7a.

Brachiocephalicus:

Dauer der Erwärmung und Aufbewahrungstemperatur	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.
Nicht erw. Fl. — bei + 3° C	6,5	6,3	6,2	6,2	6,3
15′ auf 22° C — bei + 3° C	6,6	6,4	6,2	6,3	6,3
15′ auf 22° C — bei — 1° C	6,5	6,3	6,2	6,2	6,3

Tabelle 7b.

Radialis dorsalis:

Dauer der Erwärmung	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.
Nicht erwärmtes Fleisch	6,6	6,5	6,6	6,6	6,7
15′ auf 22° C erw. Fleisch	6,6	6,4	6,6	6,6	6,7

Auch dieser Versuch zeigt, daß durch Erwärmen des Fleisches auf 22° C, 15 Minuten lang, keine Aenderung des pH-Wertes eintritt (außer einer Senkung um 0,1 in Tabelle 7b nach 24 Stunden). Trotz stark ausgebreiteter Tuberkulose tritt hier im Brachiocephalicus eine weitgehende Säuerung bis 6,2 ein, während das Fleisch des Radialis dorsalis nur gering säuert (6,4). Nach Versuch 7, Tabelle 7a, haben die geringen Unterschiede der Aufbewahrungstemperatur von + 3° und — 1° C keinen Einfluß auf den Verlauf der Säuerung.

8. Versuch.

Material:

Von dem Muskulus brachiocephalicus einer 10 Jahre alten, stark abgemagerten, vom Transport ausgeruhten Kuh, mit starker

Aus der Tabelle 5 geht hervor, daß die Erwärmung auf 22° C keinen Einfluß auf den pH-Wert hat, während die Erwärmung auf 35° C einen tieferen pH-Wert bewirkt, eine Erscheinung, die aber nicht wie bei der tieferen Säuerung nach einer Kurzwellen-Durchflutung durch den ganzen Versuch zu verfolgen ist. (Siehe Versuch 9 bis 18.)

Tabelle 5.

Dauer und Temperatur der Erwärmung	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.	7 x 24 Std.
Nicht erwärmtes Fleisch	6,7	6,3	5,9	5,8	5,8	5,8	5,7	5,8
15 auf 22° erw. Fleisch	6,7	6,3	5,9	5,8	5,7	5,7	5,6	5,9
15′ auf 35° erw. Fleisch	6,5	6,2	5,9	5,8	5,8	5,7	5,7	5,8

6. Versuch.

Material:

Siehe Versuch 5, jedoch Material von dem linken Muskulus brachiocephalicus.

Versuchsanordnung:

Ein Muskelstück dient als Kontrolle. Das zweite wird 15 Minuten lang auf 22° C erwärmt, das dritte 20 Minuten lang auf 35° C erwärmt. Die Ausgangstemperatur beträgt 18,5° C. Die Aufbewahrung geschieht im Vorkühlraum. Es werden täglich bis zum siebten Tage nach der Schlachtung pH-Messungen vorgenommen. Kolorimetrische Bestimmung.

Tabelle 6.

Dauer und Temperatur der Erwärmung	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.	7 x 24 Std.
Nicht erwärmtes Fleisch	6,8	6,2	5,9	5,8	5.8	5,7	5,6	5,8
15′ auf 22° erw. Fleisch	6,8	6,2	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6	5,8
20′ auf 35° erw. Fleisch	6,4	6,1	5,9	5,8	5,8	5,7	5,7	5,8

Der Versuch 6 zeigt, daß die Erwärmung auf 22° C keinen Einfluß auf den pH-Wert hat. Bei der Erwärmung auf 35° C entsteht ein tieferer pH-Wert. Nach 24 Stunden ist nur noch eine geringe Abweichung und nach 2 × 24 Stunden keine Abweichung mehr von dem pH-Wert der Kontrolle festzustellen.

7. Versuch.

Material:

Von dem Muskulus brachiocephalicus werden 3 gleich große ungefähr 250 gr schwere Stück, und von dem Muskulus radialis dorsalis 2 gleich große, ungefähr 200 gr schwere Stücke von

II. Untersuchung von Extrakten aus erwärmtem Gewebe.

Einfluß der Erwärmung.

4. Versuch.

Material:

Von dem M. Radialis dorsalis der rechten Vordergliedmaße einer ca. 3 Jahre alten, gut genährten, vom Transport ausgeruhten Kuh, mit abgeheilter interstitieller Nierenentzündung, jauchiger Metritis und jauchiger Euterentzündung, werden 2 gleich große, ungefähr 250 gr schwere Stücke entnommen.

Versuchsanordnung:

Ein Muskelstück dient als Kontrolle. Das zweite wird 15 Minuten lang auf 22° C erwärmt. Die Ausgangstemperatur beträgt 18,5° C. Die Aufbewahrung geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich bis zum siebten Tag nach der Schlachtung pH-Messungen vorgenommen. Kolorimetrische pH-Bestimmung.

Tabelle 4.

Dauer und Temperat. der Erwärmung	4 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.	7 x 24 Std.
Nicht erwärmtes Fleisch	6,7	6,1	5,9	5,8	5,7	5,6	5,6	5,8
15′ auf 22° erw. Fleisch	6,7	6,1	5,9	5,8	5,7	5,7	5,6	5,9

Der Versuch zeigt, daß die Erwärmung auf 22° C, 15 Minuten lang, keinen Einfluß auf den Säuregrad im Fleische hat.

5. Versuch.

Material:

Von dem rechten Muskulus brachiocephalicus einer ca. 3 Jahre alten, gut genährten, vom Transport ausgeruhten Kuh, mit abgeheilter interstitieller Nierenentzündung, jauchiger Metritis und jauchiger Euterentzündung, werden 3 gleich große, ungefähr 250 gr schwere Stücke entnommen.

Versuchsanordnung:

Ein Muskelstück dient als Kontrolle. Das zweite wird 15 Minuten lang auf 22° C, das dritte 15 Minuten lang auf 35° C erwärmt. Die Ausgangstemperatur beträgt 18,5° C. Die Aufbewahrung geschieht im Vorkühlraum bei + 3° C. Es werden täglich bis zum siebten Tage nach der Schlachtung mit Hilfe der kolorimetrischen Methode pH-Messungen vorgenommen. Hierzu Tabelle 5.

sucht. Extrakte und Fleisch werden im Vorkühlraum des Schlachthofes bei + 3° C aufbewahrt. Kolorimetrische pH-Messung.

Tabelle 2.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	3 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.	7 x 24 Std.
Undurchfl. Extrakt	6,7	6,6	6,4	6,3	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4
15′ durchfl. Extrakt	—	6,6	6,3	6,2	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2
Muskelfleisch	6,7	6,6	6,0	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	6,0

Der undurchflutete Extrakt säuert bis pH 6,2. Der durchflutete Extrakt säuert schneller und tiefer bis pH 6,1. Die Extrakte sind nach 5 × 24 Stunden leicht flockig und trüb. Das Fleisch erreicht erst nach 2 × 24 Stunden seine tiefste Säuerung, pH 5,8.

3. Versuch.

Material:

Von dem Muskulus brachiocephalicus einer ca. 4 1/2 Jahre alten, gut genährten Kuh, mit starker Distomatose und Lungentuberkulose behaftet, nach einem Marsch von 6 Stunden und 4 Stunden anschließender Ruhe geschlachtet, wird ein ungefähr 600 gr schweres Stück entnommen und von diesem ein kalter Auszug hergestellt.

Versuchsanordnung:

100 ccm dieses Extraktes werden 15 Minuten lang durchflutet. Wellenlänge 12 Meter. 100 ccm dienen als Kontrolle. Ein Teil des entnommenen Muskels wird zur Feststellung der normalen Säuerung, gleich beiden Extrakten im Vorkühlraum bei + 3° C aufbewahrt und ebenfalls täglich auf seinen pH-Wert untersucht. Kolorimetrische Messung.

Aus der Tabelle 3 ist wiederum klar ersichtlich, daß der durchflutete Extrakt stärker säuert, pH sinkt von 6,7 auf 6,2. Das Fleisch erreicht erst nach 3 × 24 Stunden seinen tiefsten Säuregrad pH 5,9. Der nicht durchflutete Extrakt erreicht einen pH-Wert von 6,3. Nach 5 × 24 Stunden sind die Extrakte leicht flockig und trüb.

Tabelle 3.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	3 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.	6 x 24 Std.	7 x 24 Std.
Undurchfl. Extrakt	6,7	6,6	6,4	6,4	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4
15′ durchfl. Extrakt	—	6,5	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3
Muskelfleisch	6,7	6,6	6,1	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0

I. Untersuchung durchfluteter Gewebsextrakte.

1. Versuch.

Material:

Von einer Kuh, ca. 8 Jahre alt, stark abgemagert, vom Transport ausgeruht, mit stark ausgebreiteter Tuberkulose (Brustfell, Rachen, Lunge, Bauchfell, Leber, Magen, Milz, Darm und Gebärmutter) wird ein Stück Halsmuskulatur (Brachiocephalicus) entnommen, und davon ein kalter Auszug hergestellt.

Versuchsanordnung:

Ein Teil des Extraktes wird 15 Minuten lang mit Wellenlänge 12 durchflutet. Der zweite Teil bleibt als Kontrolle undurchflutet. Beide Extrakte werden in der Vorkühlhalle des städtischen Schlachthofes Gießen bei + 2° bis — 3° C aufbewahrt und täglich bis zum fünften Tage nach der Schlachtung auf ihren pH-Wert untersucht. Das Muskelfleisch wird zu Vergleichszwecken ebenfalls täglich auf seinen pH-Wert untersucht. Kolorimetrische Methode.

Tabelle 1.

Dauer der Durchfl.	Sof. n. Schl.	2 Std.	8 Std.	24 Std.	2 x 24 Std.	3 x 24 Std.	4 x 24 Std.	5 x 24 Std.
Undurchfl. Extrakt	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,8	7,0
15′ durchfl. Extrakt	—	6,7	6,6	6,5	6,5	6,5	6,6	6,8
Muskelfleisch	6,7	6,7	6,5	6,2	6,0	6,0	6,0	6,0

Der durchflutete Extrakt erreicht nach 24 Stunden eine tiefere Säuerung als der undurchflutete, welche auch weiterhin tiefer bleibt. Den tiefsten Grad der Säuerung erreicht das Fleisch erst nach 2 × 24 Stunden. Nach 4 × 24 Stunden ist der Extrakt leicht flockig getrübt. Der undurchflutete Extrakt säuert nur wenig.

2. Versuch.

Material:

Von dem Muskulus brachiocephalicus eines ca. 3 Jahre alten Rindes in gutem Ernährungszustand, gut ausgeruht, im sechsten Monat tragend, wird ein ungefähr 600 Gramm schweres Stück entnommen. Von diesem werden ca. 200 ccm eines kalten Auszuges hergestellt.

Versuchsanordnung:

100 ccm dieses Extraktes werden 15 Minuten lang durchflutet. Wellenlänge 12 Meter. 100 ccm bleiben als Kontrolle undurchflutet und das restliche Muskelstück wird als Kontrolle der normalen Säuerung parallel zu den Extrakten täglich unter-

fixiert werden. Die Elektrodenschuhe werden nur bei Versuchen mit lebenden Tieren angewandt, da ohne dieselben durch die Bewegungen der Tiere leicht eine Berührung der Plattenelektroden und somit Verbrennungen eintreten können.

b) der Extraktgewinnung.

Zweieinhalb bis fünf Gramm des jeweiligen Gewebes werden fein zerschnitten und mit der zehnfachen Menge kalten destillierten Wassers unter öfterem Umschütteln in einem vorher gründlich gereinigten Erlenmeyerkolben 15 Minuten lang extrahiert. Dieses Gemisch wird dann, um die groben Bestandteile auszuscheiden, durch ein Fließpapierfilter gegeben.

c) der kolorimetrischen Messung.

Von der zu untersuchenden Lösung mit unbekanntem pH-Wert wird in 2 gleich starke Röhrchen je 6 ccm gegeben. Zu dem ersten Röhrchen gibt man 1 ccm Aq. dest., zu dem zweiten Röhrchen 1 ccm p-Nitrophenol (Stammlösung). Dann stellt man sie in den Komparatorblock und zwar so, daß hinter das Röhrchen 1 ein Röhrchen mit Standardlösung, und hinter das Röhrchen 2 ein Röhrchen mit 7 ccm Aq. dest. kommt. Man wechselt dann solange die Standardröhrchen, bis man eine Farbe wahrnimmt, die derjenigen der beiden anderen Röhrchen am nächsten ist. Die einzelnen Standardröhrchen sind mit einer Etikette versehen, auf der der betreffende pH-Wert angegeben ist. Man braucht daher nur den pH-Wert vom Standardröhrchen, das man als zutreffend erkannt hat, abzulesen. Die Untersuchungen sind bei Tageslicht durchzuführen.

d) der elektrometrischen Messung.

Nach der Aufstellung der Apparatur wird in die beiden Elektrodengefäße je eine Messerspitze voll Chinhydron gegeben. In das rechte röhrenförmige Gefäß gibt man ca. 7 bis 8 ccm der zu untersuchenden Lösung und in das linke becherförmige Gefäß 20 ccm der Vergleichslösung. Nachdem der Rührer und der Agar-Heber eingesetzt sind, ist die „Kette“ geschlossen und meßbereit. Bei kurzem Schließen des Elektrometertasters zeigt sich eine kräftige Bewegung der Quecksilbersäule nach oben. Man gibt unter fortwährendem guten Umrühren mit dem Glasrührer solange tropfenweise Lauge aus der Bürette in das becherförmige Elektrodengefäß, bis der Meniskus der Quecksilbersäule keine Bewegung mehr zeigt. Dann wird die Menge der verbrauchten Lauge an der Bürette abgelesen, zu dem konstanten Wert 5,01 addiert, und somit ist der pH-Wert der betreffenden Lösung ermittelt.

einem linken becherförmigen Glas mit einem Platinboden, der auf den Kontaktschrauben fest aufsitzen muß. In das becherförmige Gefäß ragt ein Glasrührer, der an der Haltefahne des Stativs durch zwei Druckknöpfe befestigt wird.

Der Kaliumchloridagarheber wird auf einen Metallhaken, der am Stativ angebracht ist, aufgesetzt und ragt mit seinen beiden Enden in je eins der Elektrodengefäße.

Der Titrierapparat besteht aus einem Vorratsgefäß, das 0,5 n. Natronlauge enthält. Die Lauge wird mittels Gummiballs in die Bürette gepumpt. Man stellt vor der Titration die Lauge genau auf den Nullpunkt der Skala, die an der Bürette angebracht ist, ein. Dann befindet sich an dem Titrierapparat noch ein Rohr, das mit Natronkalk gefüllt ist, der die Luft, die mit der Lauge in Berührung kommt, von Kohlensäure befreien soll.

Die Vergleichslösung besteht bei unseren Versuchen aus primärem Phosphat und wird frisch hergestellt aus 150 ccm destilliertem Wasser und 100 ccm Vergleichs-Stammlösung, die fertig geliefert wird. Das, bei der Methodik noch zu erwähnende Chinhydron wird ebenfalls von der Herstellerfirma fertig geliefert.

D. Eigene Untersuchungen.

1. Material.

Zu den Versuchen werden Organe (Leber, Lunge, Niere, Milz), Muskelgewebe, lebende Kaninchen und lebende weiße Mäuse benutzt. Organe und Muskelgewebe sind vom städtischen Schlachthof Gießen zur Verfügung gestellt und nur ganz frisch, sofort nach der Schlachtung der Tiere zu den Versuchen herangezogen werden. Bei lebenden Kaninchen werden nur die gut bemuskelten Hinterextremitäten für die Durchflutung verwendet. Die weißen Mäuse werden sofort nach der Tötung abgehäutet und nur Rumpf und Gliedmaßen (Muskulatur und Knochen) zu der Herstellung des kalten Auszuges benutzt.

2. Methodik.

a) Durchflutung.

Die Durchflutungen werden bei den Versuchen mit dem „Radiotherm“ und dem „Ultra-Pandros“, beide hergestellt von den „Siemens-Reiniger-Werken“, durchgeführt. Die Wellenlänge ist entweder 3,6, 6 oder 12 Meter. Die Dauer einer Durchflutung schwankt in unseren Versuchen zwischen 3 und 15 Minuten. Der Apparat besitzt verstellbare Hebelarme, an deren Enden die Plattenelektroden angebracht sind. Dadurch ist eine einfache Einstellung des Apparates auf das zu durchflutende Objekt möglich. Die Kondensatorplatten können in einem gewissen Abstand vom Objekt

das Wachstum aufhört. Er hat festgestellt, daß Toxinbildung und Wasserstoff-Ionen-Konzentration in einem gewissen Verhältnis stehen. Die Ursache der zunehmenden Alkalinität glaubt er in Prozessen proteolytischen Charakters beim Zerfallen (Autolyse) der Bakterien zu suchen. Dabei wird immer mehr Ammoniakstickstoff freigemacht. Die Kurven der pH-Konzentration und die des Ammoniakstickstoffs laufen annähernd parallel. Die Toxinbildung ist am stärksten bei einem pH-Wert von 7,5 bis 8,3. Walbum (21) hat bei seinen Versuchen mit Diphterietoxin gefunden, daß bei einem pH-Wert von ca. 5,5 oder bei einem pH-Wert über 9,3 bis 10 das Toxin völlig vernichtet wird. Bei pH 7,2 bis 7,6 ist die Abschwächung des Toxins am geringsten.

2. Apparatur.

Die Bestimmung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration wird mit zwei Methoden durchgeführt.

a) Die kolorimetrische Methode nach Michaelis-Walpole ist die gebräuchlichste, da sie am leichtesten durchzuführen ist. Es kommen hier Farbstoffe zur Verwendung, die bei verschiedener Menge von H- oder OH-Ionen eine andere Farbe zeigen. Für unsere Untersuchungen wird durchweg pNitrophenol verwandt. Es werden Standardlösungen benutzt, die genau mit der elektrometrischen Methode auf bestimmte pH abgestuft sind und sich über den Bereich von pH 5,4 bis pH 7 erstrecken. Zur Anwendung kommt der bekannte Komparator von Walpole.

b) Die elektrometrische Messung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration geschieht mit dem Potentiometer nach Gerber. Der Apparat besteht aus dem Elektrometer, dem Titrierelement mit Elektrodengefäßen, Agar-Heber, Rührer und dem Titrierapparat.

Das Elektrometer besteht aus einem Mikroskop, einem Mikroskopträger, der am Stativ befestigt ist. Das Objektiv des Mikroskopes ragt durch das Loch der Glasscheibe in die Elektrometertrommel hinein. In der Elektrometertrommel befindet sich ein birnenförmiges Gefäß, an das eine Glasröhre anschließt, die in einer Kapillare endigt. In diesem System befindet sich Quecksilber und Wasser. In der Kapillare steht das Quecksilber bis zu einer gewissen Höhe, sodaß der Meniskus in das Gesichtsfeld des Mikroskopes fällt. Der Quecksilbermeniskus muß scharf abgegrenzt sein. Durch zwei Stellschrauben am Fuße des Stativs kann man den Quecksilbermeniskus innerhalb des Gesichtsfeldes des Mikroskopes je nach Bedarf verschieben.

Das Titrierelement ist durch zwei Kabel mit dem Elektrometer verbunden und steht links von diesem. An dem Titrierelement sind zwei Haltefedern angebracht, in welche die Elektrodengefäße genau eingepaßt sind. Diese Elektrodengefäße bestehen aus einem rechten röhrenförmigen und

stimmung kann die pathologisch-anatomische und die bakteriologische Untersuchung nicht ersetzen.

Hier sind noch die Untersuchungen von Schoon (20) zu erwähnen, der festgestellt hat, daß Fleisch von kranken Tieren gar nicht oder nur gering säuert, um nachher bald alkalisch zu werden. Er führt die ungenügende Säuerung auf das Fehlen von Glykogen zurück, und sagt weiterhin, daß im Fleisch von kranken oder stark ermüdeten Tieren, ohne genügende Säuerung, weit früher Bakterien gefunden werden, als im Fleisch gesund geschlachteter Tiere. Schoon (20) bezeichnet die Methode Michaelis-Walpole zur Bestimmung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration als zuverlässig und praktisch anwendbar. Dauer und Grad der Erkrankung haben Einfluß auf die pH-Werte im Fleisch und somit auf die Tauglichkeit desselben.

Postma (15) hat am Schlachthof in Amsterdam mit der kolorimetrischen Bestimmungsmethode von Michaelis-Walpole eingehende Untersuchungen über den pH-Wert in Fleischsäften von verschiedenen gesunden und kranken Tieren gemacht und führt hier folgende wichtige Ergebnisse an: Die pH-Werte werden immer frühestens 24 Stunden nach der Schlachtung oder frühestens 24 Stunden nach der Einfuhr von notgeschlachteten oder gestorbenen Tieren bestimmt. Postma (15) verwendet die Mm. Semitendinoses und die Mm. anconaei. Er findet 24 Stunden nach der Schlachtung folgende Werte: Pferdefleisch pH 5,4 bis 6,2. Kalbfleisch pH 5,6 bis 6,2. Schaffleisch pH 5,6 bis 6,1. Die erhöhten pH-Werte stehen oft in keinem Verhältnis zu dem Grade der pathologisch-anatomischen Abweichungen. Postma (15) empfiehlt weitere Untersuchungen an ausgedehntem Material und an verschiedenen Muskeln desselben Tieres, da nicht jeder Muskel die gleiche Säuerung erfährt. Bei Schweinefleisch sind die pH-Werte sehr labil. Postma (15) ist der Ansicht, daß weniger die Krankheiten als der Transport und somit die Ermüdung der Tiere die Ursache der großen Schwankungen des pH-Wertes ist. Er hat festgestellt, daß Muskulatur von Schweinen, die schlecht ausgeblutet sind, immer einen höheren pH-Wert besitzt. Dunkle Muskeln sollen einen höheren pH-Wert haben als blasse. Postma (15) spricht dann noch über die Bedeutung der pH-Bestimmung für die Fleischbeschau als wichtiges Hilfsmittel.

Schließlich seien noch die Untersuchungen von Walbum (21) zu erwähnen, über die Veränderungen der pH-Werte in Bouillon beim Erhitzen. Es geht daraus hervor, daß die Änderung der pH-Werte in stark alkalischen Flüssigkeiten am größten ist und daß diese mit der Alkalinität bis ca. pH 5 abnimmt. Unter pH 5 ist durch Erhitzen keine Änderung mehr festzustellen. Die Erhitzung geschieht im Autoklaven zweks Sterilisation der Bouillon. Walbum (21) hat weiterhin Versuche mit Diphteriebazillen angestellt, und dabei gefunden, daß das Wachstum am größten ist bei pH 6,5 bis pH 7,8 und daß bei pH unter 5,0 und ph über 9,0

zur energetischen Eiweißzersetzung kommt. Die Entsäuerung wird durch die Eiweißzersetzung, bei der basische Gruppen frei werden, und durch die Einwirkung von Bakterien bedingt.

Gut (9) hat am Prager Schlachthofe Untersuchungen über das Fleisch notgeschlachteter Tiere gemacht. Aus diesen geht hervor, daß der Einfluß der Krankheit auf die Fixation des Glykogens im Muskel sehr verschiedenartig ist. Von Bedeutung sind hier Art und Alter des Tieres, Art und Dauer der Krankheit und Höhe und Dauer des Fiebers. Pferdefleisch in sehr fortgeschrittener Zersetzung ist oft sehr sauer (übersäuert).

Hökl (11) fand, daß das Fleisch ermüdeter Tiere wenig oder garnicht säuert, und dadurch leicht für Fäulnisbakterien zugänglich ist. Das Fleisch ermüdeter und dann ausgeruhter Tiere säuert normal. Das Fleischeiweiß ist bei hohem pH-Wert der Zersetzung durch Mikroben leichter zugänglich als bei sauerer Reaktion. Fleisch, welches wenig oder überhaupt nicht säuert, empfiehlt der Verfasser zur schnellsten Verwendung, wenn es nicht anderweitig beanstandet wird. Die Feststellung der Wasserstoff-Ionen Konzentratton ist wichtig für die Kontrolle von Pökelfleisch, der Lake, der Kühlanlagen und beim Trocknen des Fleisches.

Sehr umfangreiche Untersuchungen über die pH-Bestimmungen und deren Bedeutung für die Beurteilung des Fleisches hat van Oyen (12) angestellt. Er betont die Wichtigkeit der Milchsäure im Fleisch geschlachteter Tiere für die Reifung desselben, sowie die Bedeutung der Fleischmilchsäure für die Haltbarkeit und die Genußtauglichkeit des Fleisches. Besondere Wichtigkeit mißt van Oyen (12) der pH-Bestimmung bei Notschlachtungen zu. Ein hoher pH-Wert läßt auf die Entwicklung von Fäulnisbakterien und Fleischvergiftern schließen. Fleisch ohne Milchsäure ist minderwertig, weniger haltbar und weniger tauglich. Zur Reifung (Autolyse) des Fleisches ist Milchsäure unbedingt erforderlich. Dieselbe ist in zwei Formen im Fleisch vorhanden, als ionisierte und nichtionisierte Moleküle. pH ist also nur die Bestimmung der ionisierten Säure-Moleküle. Van Oyen (12) schildert die kolorimetrische Methode zur pH-Bestimmung als einfachste und gebräuchlichste. Er gibt an, daß der Säuregrad schon in den ersten 24 Stunden seinen höchsten Wert erreicht (von 6,8 bis 5,8). Wichtig für die Beurteilung des Fleisches ist die pH-Bestimmung 24 Stunden nach der Schlachtung. pH 6,8 und höher ist zu diesem Zeitpunkt immer als Untauglichkeit des Fleisches auszulegen. pH 6,2 bis 6,8 bedeutet Minderwertigkeit und pH unter 6,2 (bei Schweinen 6,4) Tauglichkeit des Fleisches. Fleisch von Notschlachtungen, das 24 Stunden nach der Schlachtung einen pH-Wert von 5,8 und darunter hat, kann bei Ausschluß anderweitiger Veränderungen dem freien Verkehr übergeben werden. Die pH-Be-

Lebern den pH-Wert monatelang auf dem ursprünglichen Stand halten. Die Umwandlung des Glykogens in Milchsäure erfolgt ähnlich wie im Muskelfleisch auch in der Leber durch Enzyme. Die Säuerung verhindert auch hier die Fäulnis. Claussen (2) findet den pH-Wert in den Nieren ziemlich konstant, zwischen 6,3 und 6,6. Eine Säuerung soll nicht stattfinden, wie auch der pH-Wert bei Autolyse nicht wesentlich steigt.

Fooy (4) hat durch Versuche festzustellen versucht, welchen Einfluß der pH-Wert im Fleisch auf das Wachstum von Bakterien, insbesondere von Fleischvergiftern hat. Er ist der Meinung, daß die normale Säuerung des Fleisches keinen hemmenden Einfluß auf das Wachstum der Bakterien ausübt. Erst bei einem pH-Wert kleiner als 5,0 stellte er eine merkliche Wachstumshemmung fest.

Demgegenüber sind die Beobachtungen von Hof (10) von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Hof (10) hat durch Versuche festgestellt, daß die pH-Konzentration des Fleisches auf die Resistenz des Maul- und Klauenseuchevirus einen entscheidenden Einfluß ausübt. Er stellte fest, daß das Maul- und Klauenseuchevirus schon bei pH 6,0 abgetötet wird. Aufbewahrung bei niederer Temperatur (+ 2° bis + 5° C) verlangsamt, bei höherer Temperatur (+ 17° bis + 19° C) beschleunigt die Säuerung des Fleisches, also auch die Abtötung des Virus. Hof (10) hat seine Versuche mit Skelettmuskulatur von künstlich infizierten Meerschweinchen gemacht. Die Tiere wurden 24 bis 48 Stunden nach der Infektion getötet. Er führt die Abtötung des Virus auf die Bildung von Fleischmilchsäure zurück. Bei einem pH-Wert unter 6,0 ist kein positiver Virusnachweis gelungen. Dabei gelang es Hof (10) nachzuweisen, daß das Virus in verschiedenen Muskeln ungleichmäßig verteilt ist.

Gollnow (7) betont die Wichtigkeit der Kenntnis der H-Ionen-Konzentration für die Beurteilung von Nahrungsmitteln, besonders zur Feststellung der Fleischfäulnis. Er schildert als einfachste Methode die Tüpfel-Methode nach Dr. Tödt und für genauere Bestimmungen die Anwendung des Potentiometers.

Auch Grüttner (8) schildert den Vorgang der normalen Säuerung und der Fäulnis im Fleische notgeschlachteter Tiere. Als eines der wichtigsten Erkennungsmerkmale der beginnenden Fäulnis gibt er die Messung der Wasserstoff-Ionen-Konzentratien im Fleisch an.

Sehr ergiebige Forschungen hat inbezug auf die Messung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration im Hinblick auf ihren Wert bei der praktischen Fleischbeurteilung Hökl (11) gemacht. Er erklärt den Vorgang der Säuerung im Fleisch geschlachteter Tiere und sagt, daß diese Säuerung ein irreversibler Vorgang sei, im Gegensatz zu dem Zerfall des Glykogens bei der intravitalen Muskeltätigkeit. Die Säuerung hält solange an, als ein genügender Vorrat an Glykogen vorhanden ist, und bevor es

C. Die Messung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration.

1. Literatur.

Bevor wir uns mit den eigenen Untersuchungen befassen, werden zunächst die Literaturangaben über die pH-Bestimmungen in verschiedenen Geweben behandelt. Als erster ist hier Andrjewski (1) zu erwähnen, der von dem normalen Ablauf der Säuerung im Fleisch gesunder Tiere spricht. Er gibt folgende Werte an: pH 6,9 bis 6,7 bis pH 6,0 bei Rind-, Kalb- und Schweinefleisch; pH 5,7 bis pH 5,8 bei Pferdefleisch und pH 6,1 bis 6,2 bei Schaffleisch. Er gibt bei dem Wiederansteigen der pH-Werte 6,5 als Genußtauglichkeitsgrenze an. Aussehen und Geruch des Fleisches spielen dabei auch noch eine Rolle. pH 6,6 und höher deutet auf Zersetzung des Fleisches. Andrjewski (1) weist auf die Bestimmung des Säuregrades und dessen Bedeutung im Fleisch notgeschlachteter Tiere hin. Hier tritt oft keine, oder nur geringe Säuerung ein, und es sind sehr bald Anzeichen der Zersetzung wahrzunehmen. Solche Fälle sind Notschlachtungen und Schlachtungen vom Transport erschöpfter Tiere. Bei Krankheiten, wie Tetanus, schwerer Kolik, Perikarditis traumatica, Peritonitis, Metritis septica, Schweinerotlauf u. a. Bei Haemoglobinurie equorum soll der pH-Wert niedriger sein, als in normalem Fleisch. Andrjewski (1) zieht aus seinen Versuchen folgenden wichtigen Schluß: „Wenn in einem, nach Ablauf von 20 Stunden nach der Abschlachtung des Tieres, untersuchten Fleischextrakt ein pH-Wert höher als 6,5 festgestellt wird, und sich dabei keine Anzeichen der beginnenden Fäulnis zeigen, so stammt das Fleisch von, durch den Transport erschöpften, oder kranken Tieren.“ Andrjewski betont, daß die hygienischen Maßnahmen bei fast neutral reagierendem Fleisch andere sein müssen, als bei normal gesäuertem. Er hält daher die pH-Bestimmung in zweifelhaften Fällen für unbedingt notwendig, wodurch die Zahl der Fleischvergiftungen vermindert wird. Er empfiehlt die kolorimetrische Methode nach Michaelis zur pH-Bestimmung. Weitere Untersuchungen über die pH-Werte in Fleischextrakten liegen von Fooy (4) vor, der im Wesentlichen den normalen Ablauf der Säuerung durch seine Versuche bestätigt. Die kolorimetrische Methode hat sich dabei als durchaus brauchbar erwiesen.

Während sich diese Untersuchungen nur auf Muskelfleisch beziehen, befaßt sich Claussen (2) mit der Bestimmung des Säuregrades in Lebern und Nieren. Er fand in lebenswarmen Lebern einen pH-Wert von 6,4 bis 6,6, der nach 48 Stunden allmählich absinkt bis 4,3. Wärme beschleunigt die Säuerung und Temperaturen um den Gefrierpunkt hemmen dieselbe. Temperaturen von minus 3 bis minus 5° C können in frischen

liche Hebelarme mit dem Sender in Verbindung und können beliebig verstellt werden. Zwischen den Kondensatorplatten entsteht beim Einschalten des Senders ein elektrisches Feld. Die Kraftlinien am Rande dieses Feldes divergieren in der Nähe der Platten ziemlich stark. Durch den dazwischengeschalteten Luftabstand benutzen wir aber nur die mittleren, parallel laufenden Kraftlinien, wodurch die bessere Tiefenwirkung erreicht wird. Die divergierenden Randlinien erfahren an der Oberfläche des Objektes eine Brechung und werden dadurch gewissermaßen eliminiert.

3. Wesen der Ultra-Kurzwellen.

Ungedämpfte, elektrische Schwingungen mit Frequenzen von oberhalb 20 Millionen Hertz verhalten sich dem menschlichen und tierischen Körper gegenüber grundsätzlich anders, als alle anderen Schwingungsarten des elektromagnetischen Spektrums. Als besondere Wirkungen seien hier die Art der Wärmewirkung, die selektive Wirkung, die spezifische Wirkung auf Kolloide und die gezielte Tiefenwirkung zu erwähnen.

Schliephake (18) und Pätzold (13) haben die Wirkung der Ultra-Kurzwellen auf Elektrolyte genau erforscht. Letzterer stellte fest, daß bei verschiedener Verdünnung (Wellenlänge) eine verschiedene Wärmeentwicklung entsteht. Die optimale Wellenlänge liegt zwischen 1 und 15 Meter. Die spezifische Wirkung der Ultra-Kurzwellen auf Kolloide stellten Dänzer und Schäfer (mündlich berichtet von Schliephake) fest.

Von besonderer Bedeutung sind die Untersuchungen von Haußer (mündl. berichtet von Schliephake) über frequenzspezifische Wirkung der Ultra-Kurzwellen auf die Ganglienzellen der Wärmeregulierung, auf das sog. Sphingomyelin. Hierbei wurde die von Schliephake (18) schon früher ausgesprochene Ansicht bestätigt, daß an großen Molekülen, die sich in kolloidalem Zustand befinden, Beeinflussung der Ladungen und damit der physikochemischen Strukuren entstehen können. Das Sphingomyelin besteht aus einem sehr schwach polarisierten Hauptkomplex, der aus einer Kohlehydrat- und einer Fettsäure-Gruppe besteht. An diesen Komplex schließt sich eine Seitenkette (Cholinphosphorsäure) mit starken polaren Ladungen an. Auf Grund der Arbeit von Haußer darf man heute annehmen, daß bei den sehr hohen Frequenzen des Kurzwellengebietes, diese Seitenkette beeinflußt wird, während der träge Hauptkomplex infolge des geringen Dipolmomentes nicht mehr folgen kann. Man kann sich vorstellen, daß dadurch die kolloidalen Strukturen auch im lebenden Organismus Veränderungen erleiden. Andererseits hängt der Ablauf der Austauschvorgänge zwischen den Zellen und Körperflüssigkeiten weitgehend von dem Zustand der Kolloide ab.

daran, daß sich die Wellenlänge je nach der Einstellung der Elektroden und Art des behandelten Objektes verändert. Die modernen Sender, die meist an ein Wechselstromnetz angeschlossen werden, arbeiten gewöhnlich mit Elektronenröhren, die ungedämpfte Schwingungen hervorbringen. Ungedämpft nennt man Schwingungen, die in einem gleichmäßigen Zug fortlaufen. Jede Schwingung hat also die gleiche Amplitude. Die mit Funkenstreckenapparaten erzeugten Schwingungen sind dagegen gedämpft, die Amplitude ist bei jedem Funkenübergang groß und nimmt bis zum Nullwert ab, sodaß bis zum nächsten Funken eine Pause eintritt. Durch das Fehlen dieser Dämpfung hat sich die Elektronenröhre in der Kurzwellen-Technik allein durchgesetzt. In der Medizin wird nur zum Teil noch mit Funkenstreckenapparaten gearbeitet.

Die Sekundärkreise müssen verschiedene Selbstinduktion haben, je nachdem, welche Wellenlänge erzeugt werden soll. Bei Wellen unter 7 m Länge werden einfache Drahtkreise verwandt, in deren Verlauf die Kondensatorplatten eingeschaltet sind. Jeder Schwingungskreis hat, wenn er in irgend einer Weise angestoßen wird, eine gewisse Eigenfrequenz. Diese muß sich mit der Frequenz des Senders kompensieren, damit sich eine maximale Stromstärke ergibt. Dies ist nur möglich, wenn die Eigenfrequenz durch Änderung der Selbstinduktion konstant gehalten wird. Bei niedrigen Frequenzen benutzt man Spulen, die mit den Primärspulen induktiv gekoppelt sind. Gleitkontakte dienen zur Abstimmung dieser Spulen.

Die Kondensatorplatten sind von verschiedener Größe und Gestalt und müssen auswechselbar sein. Dies ist für die Behandlung von verschiedenen Körperteilen unbedingt notwendig. Es können hier Platten zur Verwendung kommen, die entweder eben sind, oder die Gestalt von Halbzylindern, Kalotten oder Paraboloiden haben, je nachdem, welche Feldverteilung man wünscht. Auch Platten mit veränderlicher Krümmung werden verwandt. Von größter Bedeutung ist noch der Abstand der Platten vom Objekt. Werden die Platten direkt an den Körper angelegt, dann wird der Schwingungskreis infolge der zu großen Dämpfung schwingungsunfähig und es können Verbrennungen des Patienten vorkommen. Ferner ist von Schliephake (18) nachgewiesen, und von Pätzold (13), Gebbert (6) u. a. bestätigt worden, daß die Tiefenwirkung vom Abstand der Platten abhängt. Je weiter die Patten entfernt sind, desto geringer ist die Erwärmung der Oberfläche und um so stärker die Erwärmung der tiefgelegenen Schichten. Um diesen Astand für die jeweilige Behandlung konstant zu halten, werden sogenannte Elektrodenschuhe verwandt. Diese werden am besten aus Quarz oder gewissen Glassorten hergestellt. Wesentlich ist, daß zwischen dem Boden dieser Glasschalen und der Platte ein Luftabstand besteht, der reguliert werden kann. Die Kondensatorplatten stehen durch beweg-

gestellt hat, daß sich saure Puffergemische im Kondensatorfeld stärker erwärmen als alkalische. In entzündeten Geweben soll eine Erhöhung der pH (= niederer pH-Wert) vorhanden sein, wobei manchmal die Wasserstoffzahl pH 5,4 erreicht werden kann.

Während in der Human-Medizin die Ultra-Kurzwellen-Therapie schon weitgehendste Verbreitung gefunden hat, wie z. B. bei der Behandlung von Furunkulose, Gehirn- und Lungen-Abszessen, Pleuritiden, Ischias, Rheumatismus usw., liegt aus der Veterinär-Medizin nur eine Mitteilung von Schmidt-Hoensdorf (19) vor. Dieser hat Versuche mit Streptokokkenreinkulturen und streptokokkenhaltiger Milch galtkranker Kühe angestellt. Er hat zunächst Milch, dann, um die Leitfähigkeit zu erhöhen, Milch + Natriumchlorid und Milch + Bor, verschieden lange Zeit und mit verschiedener Wellenlänge einer Kurzwellen-Durchflutung unterzogen. Schmidt-Hoensdorf (19) hat festgestellt, daß ein Wirkungsoptimum für Mastitis-Streptokokken bei Wellenlänge 3,6 liegt. Ferner, daß Stoffe, die die Leitfähigkeit der Milch erhöhen, dieser zugesetzt, eine verstärkte Wirkung der Kurzwellen-Durchflutung erzeugen. Eigentliche therapeutische Verwendung hat die Ultra-Kurzwellen-Therapie in der Veterinär-Medizin noch nicht gefunden. Es mag dies zum größten Teil auf technische Umstände, die bei der Behandlung von Tieren auftreten, zurückzuführen sein. Außer der erwähnten Mitteilung von Pflomm (14) liegen in der Literatur keinerlei Untersuchungsergebnisse über die Beziehungen der Durchflutung mit Ultra-Frequenzen und einer Aenderung der ph-Werte in durchfluteten Geweben vor.

2. Apparatur.

Die Kurzwellen-Therapie hat heute nach 8 Jahren, durch ständige experimentelle und praktische Versuche, bereits einen sehr hohen Stand erreicht. Es ist das große Verdienst von Esau (3), es ermöglicht zu haben, kürzeste ungedämpfte Wellen von großer Energie zu erzeugen. Es sind dies Wellen oberhalb von 20 Millionen Hertz. Diese verhalten sich dem menschlichen und tierischen Gewebe gegenüber grundsätzlich anders als alle anderen elektromagnetischen Schwingungsarten. Weiterhin ist für die Ultra-Kurzwellen-Therapie von Bedeutung, die Anwendung des Kondensatorfeldes, das von Esau (3) und Scherereschewsky (17), getrennt voneinander, zuerst benutzt wurde. Der Kondensator besteht aus 2 einander gegenüberliegenden Platten und bildet einen Teil eines geschlossenen Sekundärkreises. Die Behandlung von Patienten wird im Sekundärkreis ausgeführt, weil dadurch die Rückwirkungen auf den Sendekreis verringert werden und weil die Wellenlänge besser konstant gehalten werden kann. Apparate, bei denen im Primärkreis gearbeitet wird, z. B. die meisten Funkenstreckenapparate, leiden